

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi akhir-akhir ini banyak memanfaatkan bahan yang berukuran nanometer, karena nanopartikel memiliki sifat optik, listrik, magnetik, mekanik, dan kimia yang lebih unggul dibandingkan bahan yang berukuran besar. Nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dengan volume yang lebih besar sehingga lebih reaktif. Reaktivitas materi ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain. Ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, maka hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum. Sejumlah sifat tersebut dapat diubah-ubah dengan melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan, dan pengontrolan interaksi antar partikel.

Salah satu topik yang intensif diteliti belakangan ini adalah membuat bahan dengan indeks bias negatif yang tidak terdapat di alam. Material dengan indeks bias negatif sangat bermanfaat untuk membuat lensa super yang memungkinkan untuk pencitraan dengan resolusi jauh diatas limit abbe. Abbe<sup>[1]</sup> menyatakan bahwa resolusi dari suatu lensa adalah setengah panjang gelombang yang digunakan. Resolusi sebesar ini tidak ideal untuk mempelajari sel dan jaringan makhluk hidup yang berukuran lebih kecil. Oleh sebab itu dengan menggunakan bahan indeks bias negatif akan menghasilkan lensa dengan resolusi yang lebih tinggi yaitu hingga puluhan nanometer.

Bahan dengan indeks bias negatif dapat diperoleh jika permeabilitas dan permitivitasnya negatif. Permitivitas negatif dimiliki oleh nanopartikel logam mulia pada frekuensi dibawah frekuensi plasmonik yaitu daerah cahaya tampak dan infra merah. Sedangkan permeabilitas negatif sulit diperoleh pada rentang frekuensi tersebut karena orientasi momen magnetik spin dan orbital menjadi acak pada frekuensi tinggi. Untuk mendapatkan overlap rentang permitivitas dan permeabilitas

negatif, geometri dan ukuran dari kluster nanostruktur logam harus didesain dengan tepat. Beberapa struktur yang menunjukkan permitivitas dan permeabilitas negatif pada rentang cahaya tampak dan infra merah antara lain adalah pasangan batangan nano (*pairs of nano-rods dan nano-bars*) yang disusun sejajar<sup>[2,3]</sup>, kluster nanopartikel berbentuk lingkaran<sup>[4]</sup>, kluster amorf<sup>[5]</sup>, kluster nanopartikel berbentuk kubus<sup>[6]</sup>, dan kluster nanopartikel logam dengan inti dari bahan dielektrik<sup>[7]</sup>. Untuk nanostruktur dari bahan logam tertentu, frekuensi resonansi bergantung pada ukuran dan geometri nanostruktur serta pada konstanta dielektrik medium sekitar. Dengan kemajuan teknik litografi dan sintesis kimia, nanostruktur dengan berbagai geometri dan ukuran dapat difabrikasi<sup>[8,9]</sup> sehingga frekuensi resonansi mulai dari daerah cahaya tampak ke infra merah dapat diperoleh dengan mudah. Beberapa contoh aplikasi plasmon permukaan adalah untuk pemanduan cahaya, meningkatkan absorpsi cahaya pada sel surya<sup>[10]</sup>, laser<sup>[11]</sup>, sensor<sup>[12]</sup>, pencitraan dan pengobatan kanker<sup>[13]</sup>, fotokatalis<sup>[14]</sup>, dan optik nonlinear<sup>[15]</sup>.

Nanopartikel logam mulia yang dapat digunakan emas, perak, perunggu, dan platinum. Diantara bahan logam tersebut perak menunjukkan resonansi yang paling kuat, walaupun menunjukkan plasmonik paling kuat, namun perak jarang digunakan untuk menghasilkan bahan berindeks bias negatif karena mudah teroksidasi. Emas sering dipilih karena emas bersifat biokompatibel dan *inert* sehingga tidak mengalami oksidasi dan korosi.

Penelitian tentang nanopartikel dengan respon magnetik isotropik sudah dilakukan oleh Mühlig dkk<sup>[16]</sup> dengan menumbuhkan nanopartikel emas dan prekursor asam *chloroauric* ( $\text{HAuCl}_4$ ) dipermukaan silika. Konsentrasi nanopartikel logam yang ditumbuhkan pada permukaan nanopartikel dielektrik masih sangat rendah. Akibat rendahnya konsentrasi nanopartikel logam maka respon magnetik yang dihasilkan juga rendah. Untuk meningkatkan respon magnetik tersebut, maka pada penelitian ini akan disintesis nanopartikel yang terdiri dari nanopartikel dielektrik (silika) sebagai inti dan ditutupi oleh kluster nanopartikel logam mulia

(emas) yang diharapkan tersebar secara merata. Nanopartikel emas tidak ditumbuhkan sendiri, melainkan diikat melalui proses kimiawi menggunakan APTES dan APTMS ke permukaan silika. Respon magnetik bergantung pada konsentrasi dan jarak nanopartikel emas pada permukaan silika, maka oleh sebab itu penelitian ini akan bervariasi konsentrasi senyawa fungsional yang digunakan. Sifat optik akan diukur menggunakan spektroskopi UV-Vis, sedangkan ukuran partikel nanopartikel yang ditumbuhkan akan dikarakterisasi dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) dan *transmission electron microscopy* (TEM). Sifat magnetik akan dilakukan dengan simulasi dengan menggunakan parameter fisis menggunakan software *Comsol Multiphysics*.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Melapisi permukaan nanopartikel dielektrik (silika) yang berukuran 200 nm dengan nanopartikel emas yang berukuran 30 nm memperlihatkan sifat optik.
2. Menghasilkan sifat magnetik dari simulasi dengan bervariasi jarak dari nanopartikel emas pada permukaan silika dengan menggunakan program *Comsol Multiphysics*.

## **I.3 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan akan dihasilkan prosedur untuk melapisi nanopartikel emas pada permukaan dielektrik, dan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

## **I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

Beberapa spesifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nanopartikel silika dan emas tidak disintesis sendiri melainkan diperoleh secara komersial dengan ukuran nanopartikel silika 200 nm dan nanopartikel emas 30 nm.

2. Menumbuhkan nanopartikel emas pada permukaan nanopartikel silika yang sebelumnya telah difungsionalisasi secara kimia dengan menggunakan *aminoprophyl trietoxysilane* (APTES) dan *aminoprophyl trimethoxysilane* (APTMS), dimana variasi perbandingan APTES dengan gugus silanol dari silika (rasio mol) yang digunakan yaitu : 1,2.
3. Menguji berhasil tidaknya fungsionalisasi dengan menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Hasil optimal dari FTIR akan ditambahkan dengan nanopartikel emas dengan variasi 0,2 ml di-*stirrer* selama 1 jam.
4. Ukuran partikel akan diuji dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM), dan untuk sifat optik nanopartikel akan diuji dengan spektroskopi UV-Vis.
5. Simulasi jumlah nanopartikel emas pada permukaan nanopartikel silika dan ukuran nanopartikel Au (emas) dengan menggunakan *software Comsol Multiphysic*.

